

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-186334

(43)公開日 平成8年(1996)7月16日

(51)Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S	3/18			
	3/10	A		
H 0 4 B	10/28			
	10/02			
			H 0 4 B 9/ 00	W
			審査請求 未請求 請求項の数 8	FD (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平7-15545

(22)出願日 平成7年(1995)1月4日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 新田 淳

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 中西 正浩

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

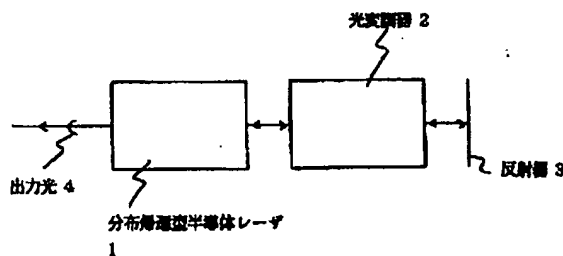
(74)代理人 弁理士 加藤 一男

(54)【発明の名称】 半導体レーザ装置及びそれを用いた光送信機

(57)【要約】

【目的】半導体レーザへの戻り光量を調整することにより、半導体レーザの発振光の偏光状態の切り替えを行なう半導体レーザ装置及びそれを用いた光送信機である。

【構成】半導体レーザ装置は、半導体レーザ1と、光変調器2と、ミラー3と、半導体レーザ1を駆動し、外部から入力された変調信号に対応した信号を光変調器2へ与える制御手段を有する。更に、半導体レーザ1と光変調器2とを光学的に結合する光学結合手段と、光変調器2とミラー3を光学的に結合する光学結合手段とを備えてもよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザと、光変調器と、ミラーと、該半導体レーザを駆動し、外部から入力された変調信号に対応した信号を該光変調器へ与える制御手段を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 更に、該半導体レーザと該光変調器とを光学的に結合する光学結合手段と、該光変調器と該ミラーを光学的に結合する光学結合手段とを有することを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項3】 該半導体レーザが分布帰還型半導体レーザまたは分布反射型半導体レーザであることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項4】 更に光強度調整手段を有し、該光強度調整手段が該半導体レーザと該光変調器の間或は該光変調器と該ミラーの間にあることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項5】 更に位相調整手段を有することを特徴とする請求項4記載の半導体レーザ装置。

【請求項6】 更に位相調整手段を有し、該位相調整手段が該半導体レーザと該光変調器の間或は該光変調器と該ミラーの間にあることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項7】 少なくとも制御回路を除いた部分が一枚の半導体基板上にモノリシックに形成されて集積化されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項8】 請求項1記載の半導体レーザ装置と、該半導体レーザ装置を駆動する駆動手段と、電気信号を光信号へ変換する為に該半導体レーザ装置および該駆動手段を制御する制御手段と、該半導体レーザ装置からの出力光の2つの直線偏光のうちのどちらか一方を透過する偏光制限手段から構成されることを特徴とする光送信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、外部からの制御により出力光の偏光が2つの成分（例えば、TEとTM）の間で切り換わる半導体レーザ装置及びそれを用いた光送信機に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、出力光の偏光状態をTEとTMの間で切り換えることができる半導体レーザとしては、例えば、特開昭62-42593号及び特開平2-159781号に記載されているものがある。半導体レーザの出力光の偏光がTEとTMで切り換わる動作については、特開平2-159781号に示されている説明が分かり易いのでここではそれをもとに説明する。

【0003】 図11には、出力光の偏光状態をTEとTMの間で切り換えることが出来る半導体レーザの構成を示してある。同図のレーザは $3\lambda/4$ シフト部を有する

分布帰還型半導体レーザであり、 $\lambda/4$ シフトがある部分とそれ以外の部分とに別々に電流注入を行なえる電極構造となっている。図11において、110はn-InP基板、112は1次の回折格子、114は光導波路層、116はアンドープInGaAs活性層（バンドギャップ波長 $1.55\mu\text{m}$ 、厚さ $0.1\mu\text{m}$ ）、118はp-GaInAsPアンチメルトバック層、119はp-InPクラッド層、120は $p^+$ -InGaAsPキャップ層、122はp-InP層、123はn-InP層、124はアンドープGaInAsPキャップ層、124、128は電極、127は $\lambda/4$ シフト部分を含む領域へ電流を注入するための電極、129は反射防止膜である。

【0004】 図12を用いて、図11に示した分布帰還型半導体レーザの動作を説明する。図12(a)、

(b)、(c)は、 $\alpha L$ （モードゲイン $\alpha$ と共振器長 $L$ との積）と波長（ブラッグ波長からのずれ）との関係をTEモードとTMモードについて示す。図12(a)では、共振器中央部へ電極127を用いて電流を注入し、TMモードで $3\lambda/4$ 条件であるがTEモードでは $3\lambda/4$ 条件から離れた量となるように調整してある（各モードは○印で示してある）。この状態では、TMに対する必要なゲインが小さくなるため、TM光が発振する。この状態から電極127へ注入する電流量を変化させ、シフト量を変化させると、TMモードのしきい値は増加し、TEモードのしきい値は減少する。そして、図12(b)の様に両モードでほぼしきい値が一値した状態を経て、図12(c)の様にTEモードのしきい値の方が小さくなる状態となり、TE光が発振する。

【0005】 以上の様に電極127へ注入する電流量を変化させることにより、出力光の偏光方向をTEとTMの間で切り換えることが出来る。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来例では、位相シフト量を調整して発振光の偏光をTEとTMの間で選択する為に、各偏光状態に対する波長と $\alpha L$ の関係（図12の破線）が、位相シフト量を調整して偏光を切り換えられる範囲内でなければならない。従って、素子作製上、導波路の幅や厚さと回折格子のブラッグ波長を精度良くあわせなければならなかった。また、動作を安定化させて実際に使う場合、複雑な制御回路が必要であった。

【0007】 本出願に係わる第1の発明の目的は、分布帰還型または分布反射型半導体レーザに対して帰還光量制御可能な構成で出力光の偏波を切り換えることが可能な半導体レーザ装置を提供することである。詳細には、半導体レーザと、光変調器と、ミラーと、該半導体レーザを駆動し、外部から入力された変調信号に対応した信号を該光変調器へ与える制御手段を有することを特徴とする半導体レーザ装置である。更に、該半導体レー

ザと該光変調器とを光学的に結合する光学結合手段と、該光変調器と該ミラーを光学的に結合する光学結合手段とを備えてもよい。

【0008】本出願に係わる第2の発明の目的は、更に簡単に帰還光量を制御可能とした構成を提供することである。詳細には、更に光強度調整手段を有し、該光強度調整手段が該半導体レーザと該光変調器の間或は該光変調器と該ミラーの間にあることを特徴とする半導体レーザ装置である。

【0009】本出願に係わる第3の発明の目的は、第1の発明の目的に加えて、分布帰還型などの半導体レーザと帰還手段との位置関係を精度良く設定可能にする構成を提供することである。詳細には、更に位相調整手段を有し、該位相調整手段が該半導体レーザと該光変調器の間或は該光変調器と該ミラーの間にあることを特徴とする半導体レーザ装置である。

【0010】本出願に係わる第4の発明の目的は、帰還光量と帰還光の位相を簡単かつより精度良く調整可能な構成を提供することである。詳細には、更に光強度調整手段と位相調整手段を有することを特徴とする半導体レーザ装置である。

【0011】本出願に係わる第5の発明の目的は、第1から第4の発明の構成を集積化素子にすることにより扱いを容易にすることである。詳細には、少なくとも制御回路を除いた部分が一枚の半導体基板上にモノリシックに形成されて集積化されていることを特徴とする半導体レーザ装置である。

【0012】本出願に係わる第6の発明の目的は、上記半導体レーザ装置を用いた光送信装置である。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本出願に係わる第1の発明は、分布帰還型などの半導体レーザとその出力光の一部を帰還するための外部鏡を設け、帰還光量を光変調器により調整する様に構成したことを特徴とする。上記構成において、光変調器により外部からの帰還状態を変化させることにより、出力光の偏光状態（方向）を切り換えることが出来、光変調器で直接強度変調する時よりも消光比の小さい光変調器を用いることが出来る。

【0014】本出願に係わる第2の発明は、効果的に帰還光により偏光状態の切り換えを行なう為に帰還光量を調整する手段を設けたものである。このような構成にすることにより分布帰還型などの半導体レーザの出力光の偏光状態をより容易に切り換えることが出来る様になる。

【0015】本出願に係わる第3の発明は、位相調整手段を用いることにより帰還光の帰還時の位相を調整することができるように、帰還光の効果を高めることが可能となる。

【0016】本出願に係わる第4の発明は、帰還光に対

して強度調整手段と位相調整手段を用いて強度及び位相を調整することにより、それぞれの手段が単独にあるよりも帰還光の効果を高めることが可能となる。

【0017】本出願に係る第5の発明は、上記で示した構成や手段を集積デバイスとすることにより、取扱い各手段の位置関係の調整を簡単にしたものである。

【0018】本出願に係る第6の発明は、上記の半導体レーザ装置と、該半導体レーザ装置を駆動する駆動手段と、電気信号を光信号へ変換する為に該半導体レーザ装置および該駆動手段を制御する制御手段と、該半導体レーザ装置からの出力光の2つの直線偏光のうちのどちらか一方を透過する偏光制限手段から構成される光送信装置である。

【0019】

【第1実施例】図1は本発明の特徴を最もよく表わす図面であり、同図において、1は分布帰還型半導体レーザ、2は光変調器、3は反射鏡、4は分布帰還型半導体レーザの出力光である。

【0020】図4は図1を立体的に示した図である。図1と同一部材は同一番号がつけてある。すなわち分布帰還型半導体レーザ1、光変調器2、反射鏡3である。同図において、7はマウント、8は分布帰還型半導体レーザ1を駆動する為の注入電流（1）、9は光変調器2を駆動する為の電圧である。マウント7上には所望の位置関係で分布帰還型半導体レーザ1、光変調器2、反射鏡3が固定されている。

【0021】図5、図6には分布帰還型半導体レーザ1の構造を示した。図6は図5のA-A'の線で切断した断面構成図である。図5、図6において、21は例えばn型InPである基板、22は例えばn型InPである第1クラッド層、23は例えばn型InGaAsP（バンドギャップ波長1.15 $\mu$ m、厚さ0.1 $\mu$ m）である光ガイド層、24は例えばノンドープのInGaAsP（バンドギャップ波長1.55 $\mu$ m、厚さ0.1 $\mu$ m）である活性層、25は例えばp型InPからなる第2クラッド層、26は例えばp型InGaAsからなるキャップ層、27、28は第1および第2電極、29は例えばp型InPよりなる第1埋め込み層、30は例えばn型InPよりなる第2埋め込み層、31は第1クラッド層22上に形成された格子（周期は約240nm、深さは約30nm）である。また、活性層24の幅を約1 $\mu$ mとし、共振器長を500 $\mu$ mとした。この構成の分布帰還型半導体レーザで発振波長1.55 $\mu$ mの出力光を得た。

【0022】図7に光変調器2の構成例を示した。図7において、40は例えばn型InPからなる基板、41は例えばn型InGaAsP（バンドギャップ波長1.45 $\mu$ m、厚さ0.3 $\mu$ m）からなる変調層、42は例えばn型InGaAsP（バンドギャップ波長1.2 $\mu$ m、厚さ0.1 $\mu$ m）からなるバッファ層、43は例え

ばノンドープのInP(厚さ0.4 $\mu$ m)からなるクラッド層(1)、44は例えばp型InPからなるクラッド層(2)、45は、例えばp型InGaAsPからなるコンタクト層、46は例えばFeドープのInPからなる高抵抗の埋め込み層、47、48は電極である。変調層41の幅は約5 $\mu$ mである。本構成の光変調器はElectronics Letters, Vol. 25, No. 2, pp. 88-89(1989)等に詳しく述べられている。上述の構成で-5Vの電圧印加することにより約20dB光を吸収することが出来る。

【0023】次に、反射器3について述べる。反射器3は或る程度入射された光を反射できるものならどの様なものでもよいが、ここでは、半導体結晶(基板)をへき開いた時に得られるへき開面を用いた。図4には示していないが、マウント7へ固定しやすい様に、反射器3のマウント7へ固定する面へ分布帰還型半導体レーザ1や光変調器2の電極と同様に金属膜を形成している。

【0024】次に本実施例における分布帰還型半導体レーザ1、光変調器2、反射器3の位置関係について述べる。分布帰還型半導体レーザ1の出力光が光変調器2へ入力され、光変調器2からの出力光が反射器3で一部または全部が反射され、再び光変調器2へ入力し、さらに分布帰還型半導体レーザ1へ光が戻る構成にしておく。図4に示した配置は最も簡単な構成例である。光学的な結合効率を強める為に各素子間(分布帰還型半導体レーザ1と光変調器2との間とか、光変調器2と反射器3との間)にレンズ等の光学部品を用いてもよい。

【0025】次に本実施例の動作について述べる。分布帰還型半導体レーザ1は、それ単体では、例えばTE偏波の光とTM偏波の光が競合してTE偏波の光が発振している状態にしておく。また、分布帰還型半導体レーザ1は光変調器2、反射器3からの反射光の影響を受けて(光変調器2は電圧をかけていないので透過状態である)、TM偏波が発振光であるようにする。この状態で、光変調器2に電圧を印加して反射器3からの反射光の量を減じる。すると、それまで、この反射光の効果でTM偏波の発振光を出力していたが、反射光量が減少したことでTE偏波の発振光を出力するようになる。このように、光変調器2の透過率を変化させることにより、分布帰還型半導体レーザ1の出力光の偏波状態をTE偏波とTM偏波の間で切り換えることができる。

【0026】また、上記の動作とは偏光状態が反対の動作も可能である。すなわち、分布帰還型半導体レーザ1が、それ単独では、TM偏波の発振光を出力していて、光変調器2、反射器3からの反射光がある状態(ただし、光変調器2は透過状態)でTE偏波の発振光を出力する様にする。そして、光変調器2に電圧を印加して透過率を減じるとTM偏波で発振する動作状態である様にする。

【0027】

【第2実施例】図2は本発明の第2の実施例を示す図である。同図において、図1と同一部材は同一番号をつけてある。すなわち、分布帰還型半導体レーザ1、光変調器2、反射器3、出力光4である。新たに付加されたものは5で示される光強度調整手段である。光強度調整手段5としては、例えば光増幅器や光減衰器が挙げられる。本実施例では、光強度調整手段5として半導体光増幅器を用いた。半導体光増幅器は、ファブリペロー型半導体レーザの両端面に反射防止膜を形成して高電流注入状態でもレーザ発振しないように工夫し、電流注入により活性層内部に形成される反転分布による誘導放出を用いて入射光を増幅するものである。

【0028】本実施例の構成、動作は第1の実施例に準ずるものであるのでここでは省略し、光強度調整手段5の効果について述べる。

【0029】分布帰還型半導体レーザ1は、戻り光量により発振光の偏光がTEであったりTMであるものである。光変調器2はかなりの挿入損失があり、かつ第1の実施例に示したような各光デバイスの結合がおおまかな場合、戻り光量が分布帰還型半導体レーザ1の出力光4の偏光状態を切り換える程、強くならない場合がある。そこで本構成のように光強度調整手段5を導入することにより(この場合、光増幅器)、偏波が切り換わる程度に光量を増やすことで、第1の実施例より、安定して動作する構成となる。第1の実施例の所で述べた様に、各素子間の光学結合効率を上げるために、レンズ等の部品を用いている場合、本実施例(第2の実施例)で示した光増幅器を用いることにより、レンズを用いない場合より安定した動作を得ることができる。光強度調整手段5と光変調器2は、図2に示した位置関係だけでなく逆になってもよい。

【0030】

【第3実施例】図3に本発明の第3の実施例を示す図である。同図において、図1と同一部材は同一番号を付けてある。すなわち、分布帰還型半導体レーザ1、光変調器2、反射鏡3、出力光4である。新たに付加した部材は6で示される位相調整手段である。位相調整手段6は、反射器3により反射された光が分布帰還型半導体レーザ1へ戻る時の光の位相を調整するもので、外部からの何らかの手段によりその屈折率が変化するものである。ここでは、半導体を基調としたものとして、分布反射型半導体レーザ等で用いられる構造を用いた。

【0031】本実施例の動作は第1の実施例に準ずるものであるのでここでは省略し、位相調整手段6の効果について述べる。分布帰還型半導体レーザ1の戻り光から受ける影響は、光量と共に、戻り光の光の位相によって変化する。この実施例で示した位相調整手段6は、この光の位相を調整する効果を有している。第1、第2実施例では戻り光の位相調整を各素子の位置関係を調整することにより行ったり、光変調器2や光強度調整手段5の

動作点を工夫して調整を行う必要があった。本実施例の構成の場合、位相調整手段6で位相に関する調整を行うので、他の素子に対してそれぞれの素子の動作として最良の動作点を使うことが出来る。

#### 【0032】

【第4実施例】図8は本発明の第4の実施例を示す図である。同図において、図2、図3と同一部材は同一番号をつけてある。すなわち、分布帰還型半導体レーザ1、光変調器2、反射鏡3、出力光4、光強度調整手段5、位相調整手段6である。

【0033】本実施例の動作は、第2、第3の実施例が複合されたものである。ここでは説明を省略する。本実施例のように構成することにより、反射鏡3により生ずる戻り光の強度と位相の両方を調整することが可能となり、第1～3の実施例よりも更に安定して動作する範囲が広がる効果がある。

#### 【0034】

【第5実施例】図9は第1の実施例で示した構成を集積型半導体デバイスにしたものである。同図において、10は半導体レーザ部分で図1の分布帰還型半導体レーザ1に相当し、11は変調器部分で光変調器2に相当する。また、12は反射膜で、例えば、 $\text{SiO}_2$ と金の膜からなる。半導体レーザ部分10と変調器部分11は導波路が接続されているが、電気的に分離するために上部のクラッド層に溝15が形成されている。また、図9には示していないが、半導体レーザ部分10の端面には反射防止膜が形成してある方が、取り出せる出力が増加し、端面反射の影響が低減され安定した動作となる。ここで示したデバイスの動作は第1実施例と同じなのでここでは省略する。

#### 【0035】

【第6実施例】図10に本発明の第6の実施例を示す。図10において、50は光送信機、51は本発明の素子（第1～第5の実施例に示したもの）、52は制御および駆動回路、53は偏波制限手段および光結合手段、54は光ファイバ、55は電気信号、56は光信号、57は光出力、58は制御信号である。

#### 【0036】本実施例の動作について説明する。

“0”、“1”のデジタル信号をあらわす電気信号55が光送信機50へ入力されると、制御及び駆動回路52は本発明の素子51を駆動する。すなわち信号に応じた制御信号を光変調器2、11へ入力し、信号に応じて偏光状態がTEとTMの間で切り換わる光信号57が出力される。偏光制限手段（例えば偏光板、偏光ビームスプリッタ）および光結合手段53で、TE（またはTM）の光だけが光ファイバ54へ結合される。以上の様にして電気信号に対応した光ASK信号を送出することができる。

【0037】上述の様に本実施例の光送信機50からは光ASK信号が出力されるので、本実施例は光ASK信

号を用いる光通信系（光LANなどを含む）の光送信機あるいは光送受信機の中の光送信部分として使用可能である。

#### 【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本出願に係わる第1の発明によれば、外部から分布帰還型などの半導体レーザへの帰還光量を制御することで、従来より扱い易い出力光の偏光状態を切り換えることが可能な半導体レーザ装置を提供出来る。

【0039】本出願に係わる第2の発明によれば、第1の発明の帰還光量を調整可能とし、各素子にあった動作点をより簡単に選択できる。

【0040】本出願に係わる第3の発明によれば、帰還光量の位相を簡単に調整可能にしたものである。

【0041】本出願に係わる第4の発明によれば、第2、第3の発明を同時に用いることにより、より安定した動作点を簡単に選択できるようにしたものである。

【0042】本出願に係わる第5の発明によれば、集積化により各手段の位置関係の設定が楽になり、取り扱いを簡単にしたものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る構成を示す図である。

【図2】本発明の第2の実施例に係る構成を示す図である。

【図3】本発明の第3の実施例に係る構成を示す図である。

【図4】図1の構成の斜視図である。

【図5】本発明の実施例で用いた分布帰還型半導体レーザの構成を示す図である。

【図6】図5のA-A'における断面構成図である。

【図7】本発明の実施例で用いた光変調器の構成を示す図である。

【図8】本発明の第4の実施例に係る構成を示す図である。

【図9】本発明の第1の実施例を集積型素子にしたデバイスの斜視図である。

【図10】本発明の半導体レーザ装置を光送信機で用いた場合の構成図である。

【図11】従来の出力光の偏光状態を切り換えられる分布帰還型半導体レーザの構成を示す図である。

【図12】図11に示された素子の動作を説明する為の図である。

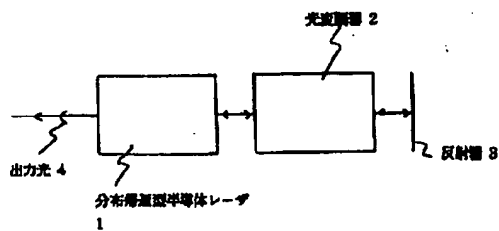
#### 【符号の説明】

- 1 半導体レーザ
- 2 光変調器
- 3 反射鏡
- 4 出力光
- 5 光強度調整手段
- 6 位相調整手段

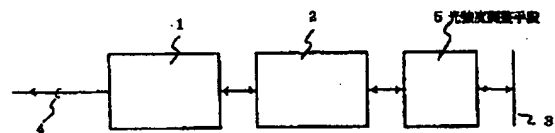
- 7    マウント
- 8    注入電流
- 9    電圧
- 10   半導体レーザ部分
- 11   光変調器部分
- 12   反射膜
- 21、40   基板
- 22、25、43、44   クラッド層
- 23   ガイド層
- 24   活性層
- 26   キャップ層
- 27、28、47、48   電極
- 29、30、46   埋め込み層

- 31   グレーティング
- 41   変調層
- 42   バッファ層
- 45   コンタクト層
- 50   光送信機
- 51   半導体レーザ装置
- 52   制御及び駆動回路
- 53   偏光制限手段及び光結合系
- 54   光ファイバ
- 55   電気信号
- 56   光信号
- 58   制御信号

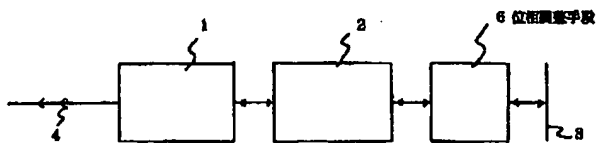
【図1】



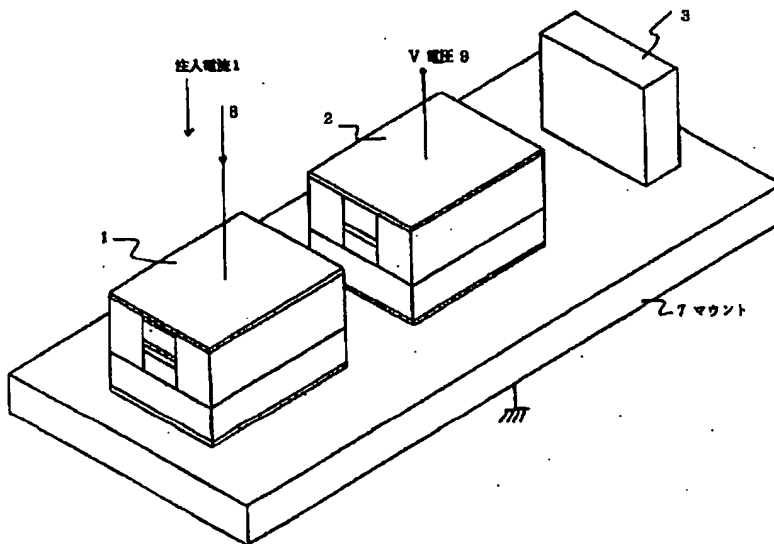
【図2】



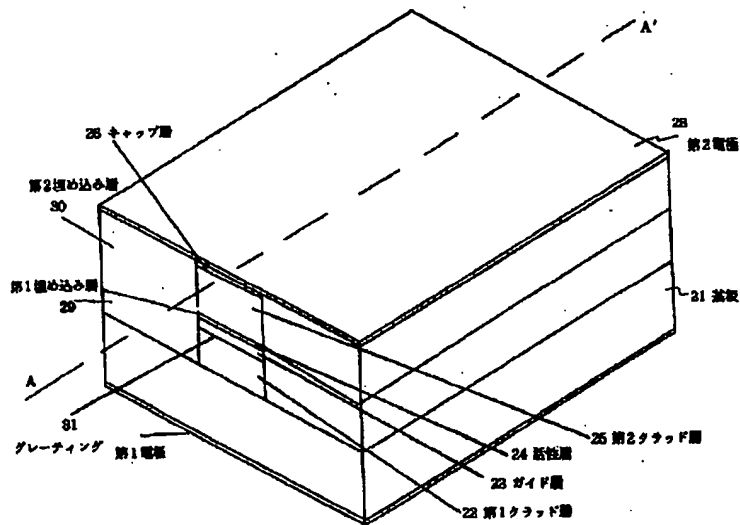
【図3】



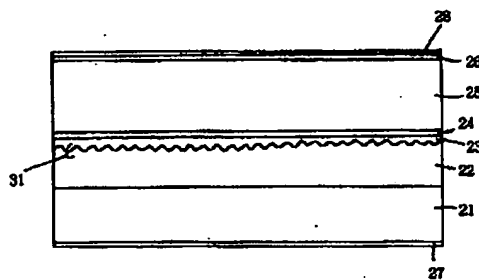
【図4】



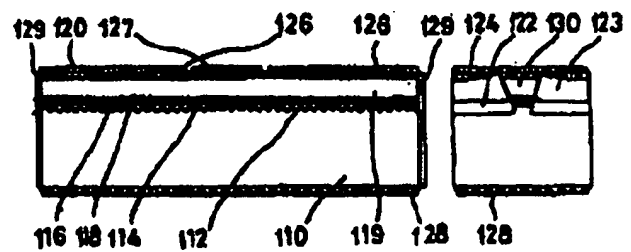
【図5】



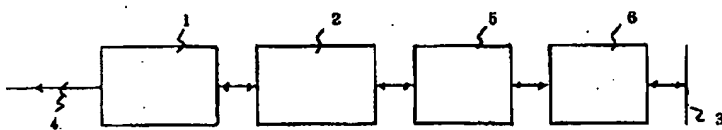
【図6】



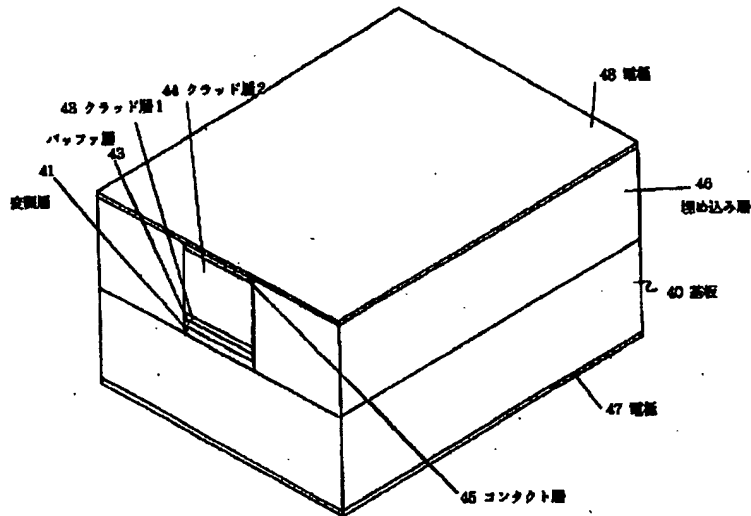
【図11】



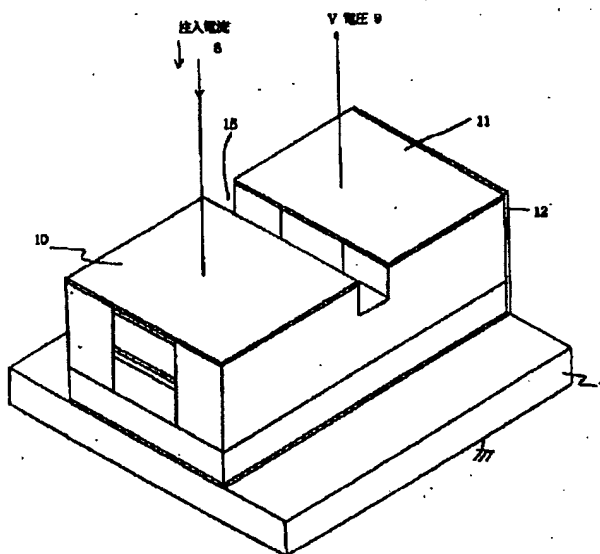
【図8】



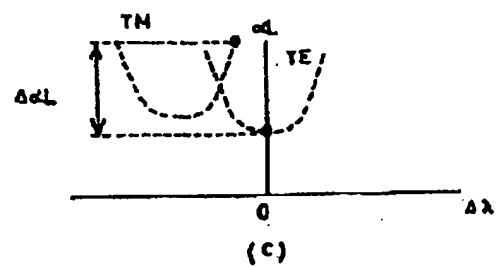
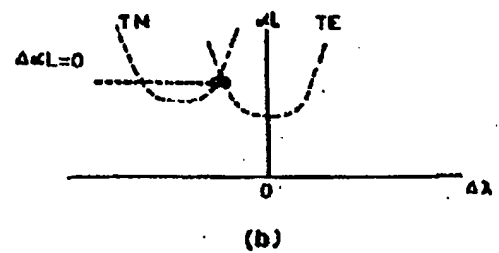
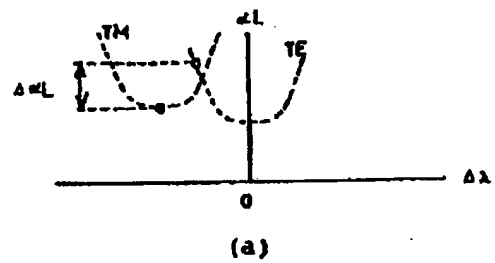
【図7】



【図9】



【図12】





【図10】

